

### 鉱物が一瞬だけ衝撃を受けるとどうなるか

2022年5月9日  
高エネルギー加速器研究機構  
筑波大学  
大阪大学大学院工学研究科  
国理化学研究所  
高輝度光科学研究センター

#### ■概要

大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所、筑波大学、大阪大学大学院工学研究科、高輝度光科学研究センター、理化学研究所放射光科学研究センターの共同研究グループは、X線自由電子レーザー施設 SACLA を用いて、ジルコンという鉱物の衝撃特性を超高速X線観察することに成功しました。これは、KEK 物質構造科学研究所の高木壮大博士、一柳光平研究員、野澤俊介准教授、筑波大学生命環境系の興野純准教授、岡田慧氏、大阪大学大学院工学研究科の尾崎典雅准教授、新田蒼真氏（当時）、理化学研究所の宮西宏併研究員、末田敬一研究員、高輝度光科学センターの藪内俊毅主席研究員、富樫格主幹研究員らを中心とした共同研究グループの成果です。

隕石衝突による衝撃は“瞬間的な高温高圧状態”を生み出して鉱物の状態を変化させ、鉱物にその痕跡を残します。ジルコンは少量のウランを含み、ウランが放射壊変して鉛になることで数億年から数十億年前の時間を知る「時計」として利用できる重要な鉱物です。ジルコンが受けた衝撃の大きさと残る痕跡の関係を知ることは、過去の隕石衝突の規模や年代を推定する上で重要です。

本研究では、強いレーザー光をジルコンに照射して5ナノ秒（1ナノ秒は1億分の1秒）という一瞬の衝撃を与え、その瞬間の結晶構造変化をX線を用いてリアルタイムで観察しました。ジルコンから高圧相であるレーダイトへの結晶構造相転移が観察された一方、長時間の高温高圧状態では観察される酸化物への分解は起こらないことが分かりました。

この研究成果は、国際学術誌「Physics and Chemistry of Minerals」に5月3日掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/05/PR20220509.pdf> をご覧ください）。

### タンパク質の結晶のほとんどはねじれている！—微小な“ねじれ”の観測に成功—

2022年5月18日  
横浜市立大学  
高エネルギー加速器研究機構  
広島大学

#### ■概要

横浜市立大学大学院生命ナノシステム科学研究科 阿部満理奈（博士後期課程3年生）と鈴木凌助教、橘勝教授、小島謙一名誉教授、高エネルギー加速器研究機構（KEK）平野馨一准教授、広島大学大学院統合生命科学研究科 小泉晴比古准教授らの研究グループは、世界で初めて、タンパク質結晶に存在する微小なねじれの観察に成功しました。

本研究成果は、Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 誌（通称PNAS；米国科学アカデミー紀要）に掲載されました（日本時間2022年5月17日）。（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/05/pr20220518.pdf> をご覧ください）。

### エネルギーは、電流ではなく「摩擦」で失われていた～電気自動車用モーターの効率化に向けた新発見～

2022年5月20日  
高エネルギー加速器研究機構

#### ■概要

高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 塚原宙協力研究員（研究当時は研究員）は、産業技術総合研究所エレクトロニクス・製造領域 今村裕志研究チーム長、物質・材料研究機構 三俣千春 特別研究員、オーストラリア モナッシュ大学 鈴木清策教授、および高エネルギー加速器研究機構 小野寛太特別教授と共同で、エネルギー損失が少ないモーターの主要部品として使用されるナノ結晶軟磁性材料のエネルギー損失機構をコンピューターシミュレーションにより明らかにしました。ナノ結晶軟磁性材料に与えられた磁気エネルギーは、結晶格子を歪ませ、力学エネルギーに変換されます。この力学エネルギーは、磁区構造の変化に伴う磁壁移動によって格子歪が緩和されることで、格子振動、すなわち熱エネルギーに変換されて失われるため、エネルギー損失が生じます。この新たなエネルギー損失機構の解明はモーターのエネルギー効率の更なる向上を可能にします。

本研究は2022年5月20日に NPG Asia Materials 誌でオ

ンライン公開されました。本研究はトヨタ自動車株式会社の支援により行われました（この記事の続きは [https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/05/pr20220520\\_1.pdf](https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/05/pr20220520_1.pdf) をご覧ください）。

## AWS と KEK, 日本のアカデミアにおける研究 DX を加速

2022年5月25日  
アマゾン ウェブ サービス ジャパン合同会社  
高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

Amazon.com, Inc. の関連会社であるアマゾン ウェブ サービス ジャパン合同会社（以下、AWS）と高エネルギー加速器研究機構（以下、KEK）は、AWS クラウドを活用する KEK の「GoToCloud」プラットフォームの構築および今後の展開について連携を強化することを発表いたしました。「GoToCloud」は、タンパク質の構造解析にかかる時間およびコストを大幅に削減し、構造生物学研究を含む日本の科学研究分野におけるデジタルトランスフォーメーション（研究 DX）を加速させます。新型コロナウイルス感染症の世界的流行を背景に、ワクチン開発につながる抗体や薬剤のターゲットとして使われるタンパク質に関する研究が増加するに伴い、タンパク質の構造解析需要も拡大しています。KEK と AWS はこの度の連携強化により、生命の起源の理解や創薬研究など様々な研究領域において、タンパク質の構造解析を利用する全ての日本の研究者が、世界トップクラスの研究成果を数多く生み出していくことを支援します（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/05/pr20220525.pdf> をご覧ください）。

## 新奇トリテルペン生合成経路を発見

2022年6月2日  
東京大学  
高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

テルペノイド化合物は、知られているだけで 80,000 以上の分子が単離されている天然物の一群であり、生物活性を持つ化合物が数多く含まれることから、医薬品候補化合物の探索ソースとしても非常に重要な化合物群の一つです。その中でも、炭素数 30 (C30) のトリテルペンは、微生物、植物、動物に普遍的に見いだされ、細胞膜の重要な構成成分の一つであり、生物の生理機能を調節するステロイド化合物の前駆体などが含まれます。これまでに、トリテルペンの生合成経路としては、炭素数 15 (C15) のファルネシル二リン酸 (FPP) が 2 量化して生成するスクアレ

ンを経由するものしか知られていませんでした。

今回、東京大学大学院薬学系研究科の阿部郁朗教授と森貴裕助教、Hui Tao 特任研究員、および、高エネルギー加速器研究機構の千田俊哉教授と安達成彦特任准教授、武漢大学の Tiangang Liu 教授、ボン大学の Jeroen Dickschat 教授らの共同研究グループは、カビ由来テルペン合成酵素の機能解析を行い、スクアレニン由来せずに、C5 イソプレニル単位ジメチルアリル二リン酸 (DMAPP) とイソペンテニル二リン酸 (IPP) を基質として、C30 トリテルペンの骨格を一挙に構築する、画期的な新奇生合成酵素を世界に先駆けて発見しました。さらに、共同研究グループは、安定同位体を利用した酵素反応機構の精密解析や、酵素の X 線結晶構造解析、クライオ電子顕微鏡を用いた単粒子解析、さらには立体構造をもとにした部位特異的変異導入により、2 種類のトリテルペン合成酵素の反応機構の詳細を明らかにすることに成功しました。本成果は既存の常識を覆す新たな生合成経路と画期的な新奇酵素の発見であり、新しい分子認識化学の開拓や新たな触媒概念の確立など、学術的に大きなインパクトを与えるとともに、今後、合成生物学の手法を用いた生合成マシナリーの再設計により、天然物を超える新規機能分子の創製など、創薬研究に幅広く貢献することが期待されます。

本研究成果は 2022 年 6 月 1 日付で英国科学雑誌 Nature (オンライン版) に掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/06/pr20220602.pdf> をご覧ください）。

## 有機溶媒中で導電性高分子ポリアニリンを容易に合成する方法を開発 ～さまざまな物質との複合化が可能に～

2022年6月15日  
筑波大学  
高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

本研究では、アニリンと有機スルホン酸またはアニリン塩を、エタノール、クロロホルム、トルエンなどの有機溶媒に加え、少量のヨウ素を添加し、攪拌するのみで、ポリアニリン（エメラルジン）を合成することに成功しました。ヨウ素は、重合反応の初期段階でモノマーにラジカルを発生させるため、重合活性が向上し、さらに酸化剤を加えることにより重合が進行します。このポリアニリンの導電キャリアーであるポーラロン) の存在を、電子スピン共鳴法 (ESR = Electron Spin Resonance) で確認するとともに、四端子法で電気伝導性を評価しました。さらに有機溶媒にヒドロキシプロピルローズ液晶やアクリル樹脂、ポリスチレンなどのプラスチックを溶解し、その溶液中でアニリンの重合を行うと、これらのプラスチックとアニリンが分子レベルで複合化したポリマ

ーコンポジットが作成できることを見いただきました。このようなポリマーコンポジットのミクロ構造を放射光X線回折装置（高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 フォトンファクトリーのビームライン BL-8B）により評価したところ、コンポジット化に基づく分子レベルでの周期性構造が確認されました。

本研究成果は 2022 年 5 月 24 日付で Polymer-Plastics Technology and Materials 誌（オンライン版）に掲載されました（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/06/pr20220615.pdf> をご覧ください）。

## 有機トランジスタの動きを動画に － 電子の流れをイメージング－

2022 年 6 月 21 日  
高エネルギー加速器研究機構  
筑波大学

### ■概要

高エネルギー加速器研究機構（KEK）物質構造科学研究所の福本恵紀 特任准教授は、筑波大学 数理物質系の山田洋一 准教授・同 応用理工学学位プログラム 修士 2 年の竹入総一郎氏らと共同で、フェムト秒パルスレーザーを励起光源とする光電子顕微鏡法（フェムト秒光電子顕微鏡）を用い、トランジスタの動作環境下における伝導電子の動きの可視化に世界で初めて成功した。

物質・材料研究機構（NIMS）国際ナノアーキテクトニクス研究拠点（MANA）の早川竜馬 主幹研究員と若山裕副拠点長らが開発した、2 種類の有機材料を利用することで、室温で負性抵抗を示すアンチアンバイポーラートランジスタ（AAT）は、従来の有機集積回路の性能を飛躍的に向上させる多値論理回路へ応用できるため、近年注目されている。この負性抵抗トランジスタでは、半導体界面（n 型半導体と p 型半導体が形成する界面）が電子の流れを制御するバルブに相当する。その界面の役割を可視化することにより、動作原理の解明に成功した。新規に開発されたトランジスタの動作原理を、これまでになかった装置で解明したこの成果の社会的なインパクトは大きい。有機トランジスタだけでなく、太陽電池、発光素子などその他の半導体デバイスに適用できることが期待される。

この研究成果は、Advanced Materials 誌オンライン版に 5 月 30 日掲載された（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/06/pr20220621.pdf> をご覧ください）。

## つくば駅前特設展示「POP into サイエンス」開始のお知らせ － 第 1 回 中和抗体あるときないとき－

2022 年 6 月 22 日  
高エネルギー加速器研究機構

### ■概要

つくば市は研究学園都市と呼ばれ数多くの研究所がありますが、つくばエクスプレスつくば駅で降りても、研究所の街という雰囲気はあまり感じられません。また、KEK つくばキャンパスには常設展示施設「KEK コミュニケーションプラザ」がありますが、駅から遠く、電車で行くつくばを訪れた方にはアクセスしやすいとは言えません。

そこで、KEK 物質構造科学研究所（IMSS）では、つくば駅前の商業施設で特設展示を行い、訪れた人々に研究所の存在や研究の内容を知っていただくと考えました。ちょっと立ち寄って科学に触れてもらえたらという意味を含め「POP into サイエンス」と名づけました。

今年度の展示は構造生物学研究センター（SBRC）が担当します。初回の展示テーマは「中和抗体あるときないとき」です。

SBRC では、タンパク質のかたちを調べ、その機能や起源を解明するための研究をしています。このコロナ禍で、人々の関心が高い新型コロナウイルスと感染を防ぐ「中和抗体」について、構造を詳しく見てみようという企画しました。

中和抗体とは、ウイルスなどに感染した後やワクチンを打った後に体内で作られるタンパク質の一種です。中和抗体がウイルスのスパイクタンパク質にくっつくと、ウイルスはヒトの細胞の受容体にくっつきにくくなります。

展示では、体内に中和抗体があるときとないときの細胞の周りの様子を大きなパネルに描きました。クライオ電子顕微鏡や放射光（X線）を用いて解き明かされた中和抗体・スパイクタンパク質・受容体のかたちを描いています。一般に「鍵と鍵穴」と表現されるものが、実際にはどんなかたちなのかを確かめてみてください。

また、パネルの裏面では、ヒトの細胞に対してウイルスや中和抗体、受容体がどのくらい小さいかが分かるよう、横幅いっぱい細胞を描いています。

実際の構造を正確に再現した拡大模型「タンパク質の立体構造パズル」では、複雑な立体構造を組み合わせて遊ぶことができます。ウイルスのスパイクタンパク質とヒト細胞の受容体、スパイクタンパク質と中和抗体ががっちり組み合う様子を体験でき、タンパク質のかたちが機能と直結することが直感的に分かります。タンパク質のかたちを知ることは、病気のメカニズムを知ったり新しい薬を作ったりするために必要不可欠だと感じていただければ幸いです。

また、KEK IMSS の放射光実験施設 フォトンファクトリーを用いて解き明かされたタンパク質の立体構造の一部を、内部が透けて見えるカラフルな模型で紹介しています。胃がんの原因となるピロリ菌が作るタンパク質のかたちや、オートファジーに関わるタンパク質などの三次元模型をご覧ください。

この特設展示では、数ヶ月ごとに展示替えを行い、IMSS の研究内容を紹介していく予定です。また、複数の研究所の展示が集まる場所になればと考えており、つくば市内の他機関にも参画を呼びかけています（この記事の続きは <https://www.kek.jp/wp-content/uploads/2022/06/pr20220622.pdf> をご覧下さい）。